

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

007743145

WPI Acc No: 1989-008257/198902

XRAM Acc No: C89-003878

XRPX Acc No: N89-006311

Laser beam cutting and welding - using electromagnetic field to control  
position of plasma cloud above work area

Patent Assignee: JURCA M C (JURC-I)

Inventor: JURCA M C

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 3720249	A	19881229	DE 3720249	A	19870619	198902 B
DE 3720249	C	19910117			199103	

Priority Applications (No Type Date): DE 3720249 A 19870619

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 3720249	A	4		

Abstract (Basic): DE 3720249 A

Laser beam cutting or welding of workpieces is improved by using an  
electromagnetic field to control the position of the plasma cloud  
produced over the work area.

By modulating the frequency of the electromagnetic field the cloud  
can be moved with the modulation frequency to break or reduce the laser  
beam adsorption factor. The position and/or density of the plasma can  
be monitored by using two or more conductor probes brought near to the  
plasma to measure the current passing through the plasma when the  
probes are provided with a potential difference.

ADVANTAGE - Depending on whether the process is welding or cutting,  
the blocking effect of the plasma cloud on the laser beam can be  
avoided whilst the laser energy absorbed into the workpiece can be  
optimised by pressing the cloud onto the workpiece surface by a  
controlled amt. This enables a high work speed with high laser power.

0/3

Title Terms: LASER; BEAM; CUT; WELD; ELECTROMAGNET; FIELD; CONTROL;  
POSITION; PLASMA; CLOUD; ABOVE; WORK; AREA

Derwent Class: M23; P55; X24

International Patent Class (Additional): B23K-026/00

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): M23-D05

Manual Codes (EPI/S-X): X24-D03

Derwent Registry Numbers: 1713-U

?

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

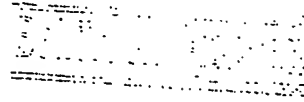


DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 37 20 249 A 1

⑤1 Int. Cl. 4:  
B 23 K 26/00

②1 Aktenzeichen: P 37 20 249.9  
②2 Anmeldetag: 19. 6. 87  
④3 Offenlegungstag: 29. 12. 88



DE 37 20 249 A 1

⑦1 Anmelder:  
Jurca, Marius-Christian, 6054 Rodgau, DE

⑦4 Vertreter:  
Dannenberg, G., Dipl.-Ing., 6000 Frankfurt;  
Weinhold, P., Dipl.-Chem. Dr., 8000 München; Gudel,  
D., Dr.phil.; Schubert, S., Dipl.-Ing., 6000 Frankfurt;  
Barz, P., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000  
München

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Schweißen oder Schneiden von Werkstücken mit Hilfe eines Laserstrahls

Beschrieben wird ein Verfahren zum Schweißen oder Schneiden von Werkstücken mit Hilfe eines Laserstrahls, der über der betreffenden Bearbeitungsstelle eine Plasmawolke erzeugt. Mit Hilfe eines elektromagnetischen Feldes wird die Lage der Plasmawolke bezüglich der Bearbeitungsstelle gesteuert. Dadurch kann zum einen eine höhere Bearbeitungsgeschwindigkeit erzielt werden, wozu die Plasmawolke mit Hilfe des äußeren elektrischen Feldes auf der Bearbeitungsstelle gehalten wird. Bei einer entsprechenden Modulation des elektrischen Feldes kann der Laserstrahl periodisch unterbrochen werden, gegebenenfalls auch mit einer sehr hohen Frequenz. Weiterhin kann das Verfahren dazu benutzt werden, um die Qualität der Schweißnaht zu kontrollieren. Beschrieben wird schließlich auch noch eine Kontrolleinrichtung, mit der die Plasmawolke überwacht wird.

DE 37 20 249 A 1

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Schweißen oder Schneiden von Werkstücken mit Hilfe eines aus einem Schweiß- oder Schneidkopf austretenden Laserstrahls, der über der Bearbeitungsstelle eine Plasmawolke erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß ein elektromagnetisches Feld erzeugt wird, mit dem die Lage der Plasmawolke, bezogen auf die Bearbeitungsstelle, gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Plasmawolke mit Hilfe des elektromagnetischen Feldes so verändert wird, daß, angepaßt an einen Schneid- oder Schweißprozeß, der Abschirmeffekt der Plasmawolke vermieden und die Laserenergieeinkoppelung in das Werkstück optimiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke und/oder Richtung des elektromagnetischen Feldes derart periodisch geändert wird, daß die Laserstrahleinkoppelung in das Werkstück durch eine entsprechende Verschiebung der Plasmawolke mit der Modulationsfrequenz unterbrochen oder vermindert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage und/oder die Dichte der Plasmawolke überwacht werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehrere leitfähige Fühler in der Nähe der Plasmawolke angebracht werden und der Strom, der sich durch die leitfähige Plasmawolke beim Anlegen einer Potentialdifferenz an die genannten Fühler einstellt, gemessen wird.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schweißen oder Schneiden von Werkstücken mit Hilfe eines Laserstrahls, der an der Bearbeitungsstelle (Schweiß- oder Schneidstelle) eine Plasmawolke erzeugt. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß es keine große Differenzen zwischen Schweiß- und Schneidköpfen gibt, unterschiedliche Laserparameter führen zu den zwei Betriebsarten.

Im folgenden wird überwiegend auf das Schweißen Bezug genommen; die Überlegungen gelten auch in z. T. geänderter Form für das Schneiden eines Werkstücks einschließlich des Einstechens, des Bohrens von Löchern und so fort. Es steht allerdings nicht fest, ob es nicht günstiger ist, beim Schneiden mit dem Laserstrahl, die Plasmawolke "wegzublasen" und sie nicht an der Bearbeitungsstelle zu halten.

Beim Schweißen von Metallen mit einem Laserstrahl (im Dauerstrich mit CO<sub>2</sub>-Gas), gegebenenfalls auch unter Schutzgas (üblicherweise Ar oder He) wird über dem Schweißherd eine Plasmawolke erzeugt. Dies ist erforderlich, um die Laserstrahlenenergie in das Metall einkoppeln zu können. Ohne die Plasmawolke wird nämlich der Laserstrahl zu etwa 95% von der Metalloberfläche reflektiert. Mit der Plasmawolke steigt der Absorptionskoeffizient auf über 95%, so daß das Schweißen möglich wird. Um eine Plasmawolke oder Plasmaschicht erzeugen zu können, muß die Laserstrahlintensität die Schwelle von etwa 10<sup>5</sup> bis 10<sup>6</sup> W/cm<sup>2</sup> überschreiten.

Bei den wünschenswerten höheren Bearbeitungsgeschwindigkeiten und auch bei höheren Laserleistungen weist nun die Plasmawolke die Tendenz auf, sich von der

Metalloberfläche (Werkstückoberfläche) zu entfernen. Dies führt dazu, daß der Schweißvorgang unterbrochen und die jetzt schwebende Plasmawolke überhitzt wird.

Das geschilderte Problem wird durch einen falsch ausgelegten und quer zur Schweißrichtung auf die Schweißstelle geblasenen Gasstrom (cross-jet) verstärkt. Der "cross-jet" muß nicht quer zur Schweißrichtung gerichtet sein. Durch diesen Gasstrom wird die Plasmawolke weggeblasen.

Eine schwebende Plasmaschicht schirmt die Metalloberfläche also vom Laserstrahl ab.

Eine zusätzliche Schwierigkeit kann beim Schweißen unter Schutzgas auftreten: Das Metallplasma zündet eine schwebende Schutzgasschicht zu einer Plasmaschicht, die ebenfalls den Schweißvorgang unterbricht.

Zum Stand der Technik sei noch verwiesen auf die DE-OS 29 22 563, die diese Problematik schildert. Der DE-OS 34 24 825 kann der Gedanke entnommen werden, zum periodischen Unterbrechen (Choppen) des Laserstrahls diesen in seiner Intensität entsprechend zu steuern. Das Choppen eines Laserstrahls bringt bei bestimmten Anwendungen eine Reihe von Vorteilen mit sich. Die dort beschriebene Lösung ist aber unbefriedigend, insbesondere wegen der verhältnismäßig niedrigen, maximalen Choppfrequenz.

Schließlich sei noch hingewiesen auf die DE-OS 26 30 795, die schon den Gedanken beschreibt, beim Gravieren einer Platte mit Hilfe eines Laserstrahls die Plasmawolke zu Steuerungszwecken zu erfassen, weil die Plasmawolke ein Maß für die Menge des beim Gravieren abgetragenen Materials ist.

Der Erfindung liegt nunmehr die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Schweißen oder Schneiden von Werkstücken mit Hilfe eines Laserstrahls vorzuschlagen, mit dem sich fühlbar höhere Bearbeitungsgeschwindigkeiten ohne die geschilderten Nachteile erzielen lassen. Auch soll der Laserstrahl gegebenenfalls periodisch unterbrochen (gechopppt) werden können und es soll auch möglich sein, die Qualität der hergestellten Schweißnaht bzw. Schneidstelle auf einfache Art und Weise zu überwachen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß ein elektromagnetisches Feld erzeugt wird, mit dem die Lage der Plasmawolke, bezogen auf die Bearbeitungsstelle, gesteuert wird.

Man kann beispielsweise die Lage der Plasmawolke mit Hilfe des elektromagnetischen Feldes so verändern, daß, angepaßt an einen Schneid- oder Schweißprozeß, der Abschirmeffekt der Plasmawolke vermieden und die Laserenergieeinkoppelung in das Werkstück optimiert wird. Dadurch wird also die entstehende Plasmaschicht oder Plasmawolke gewissermaßen auf die Metalloberfläche drücken, so daß diese dort permanent bleibt, auch bei höheren Bearbeitungsgeschwindigkeiten. Unter Verwendung eines elektrischen Feldes mit den Feldlinien parallel zur Laserstrahlachse kann die Plasmawolke ebenfalls auf die Metalloberfläche gedrückt werden. Die Verwendung der elektromagnetischen Felder kann auch gleichzeitig mit der Anlage des elektrischen Feldes erfolgen und alle diese Verfahrensweisen werden unter dem Begriff des elektromagnetischen Feldes subsummiert.

Durch diese Verfahrensführung wird also die Energie des Laserstrahls sehr gleichmäßig in den gerade bearbeiteten (geschweißten oder geschnittenen) Werkstoff eingeleitet, wodurch die Qualität der Schweiß- oder Schneidstelle fühlbar erhöht wird, auch bei höheren Bearbeitungsgeschwindigkeiten.

Es ist auch von praktischem Interesse, den abschirmenden Effekt der Plasmaschicht zur Unterbrechung des Laserstrahls auszunutzen. Dies erfolgt nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dadurch, daß die Stärke und/oder Richtung des elektromagnetischen Feldes derart periodisch geändert wird, daß die Laserstrahleinkoppelung in das Werkstück durch eine entsprechende Verschiebung der Plasmawolke mit der Modulationsfrequenz unterbrochen oder vermindert wird.

Man kann das Verfahren auch zur Qualitätskontrolle der Schweißnaht bzw. Schneidstelle ausnutzen, zu welchem Zweck dann die Lage und/oder Dichte der Plasmawolke überwacht wird.

Wenn zwischen zwei leitfähigen Fühlern, die in der Nähe der Schweißstelle angebracht sind, eine Potentialdifferenz angelegt und der zwischen diesen Fühlern über die Plasmawolke fließender Strom gemessen wird, so erhält man eine Kontrolleinrichtung für die Plasmabildung und für alle Effekte, die davon abhängen.

Es sei außerdem bemerkt, daß die Überwachung der Plasmawolke nur dann eine Schweißnaht-Qualitätskontrolle darstellt, wenn beim Schweißen der Laserstrahl exakt auf die Schweißfuge positioniert ist.

Es könnte sein, daß die Lage der Plasmawolke über der Schweißnaht von der Position des Laserstrahls in der Schweißfuge abhängt. In einem solchen Fall könnte man uneingeschränkt von einer Qualitätskontrolle der Schweißnaht sprechen. Eine solche Tatsache würde außerdem die Möglichkeit der Positionierung des Laserstrahls auf die Fuge anbieten, ähnlich wie in der DE-OS 35 43 681 beschrieben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, aus denen sich weitere wichtige Merkmale ergeben. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch und perspektivisch eine Anordnung zur Erläuterung der grundsätzlichen Zusammenhänge;

Fig. 2 ebenfalls schematisch und perspektivisch eine andere Anordnung;

Fig. 3 das in Fig. 1 verwendete Koordinatensystem mit weiteren Erläuterungen.

Fig. 1 zeigt ein einfaches Beispiel einer Schweißstelle auf einem geradlinigen Draht, mit dem hier einfachheitshalber auch das Magnetfeld erzeugt wird. Die Trajektorie der geladenen Materie, die aus dem Schweißherd mit  $\vec{v}$  herausgeschleudert wird, wird durch  $\vec{F}$  so gekrümmt, daß die ionisierte Materie (= Plasmawolke) in der Nähe des Schweißherdes bleibt.

Dabei bedeutet:

$I$  = Stromstärke durch den dick gezeichneten Leiter

$q$  = Ladung eines Teilchens, das sich mit  $\vec{v}$  bewegt

$\vec{v}$  = Teilchengeschwindigkeit

$\vec{B}$  = magnetische Feldlinien bzw. Flußdichte

Für die Lorentzkraft  $\vec{F}$  gilt:  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ .

Für  $+q$  hat  $\vec{F}$  die umgekehrte Richtung.

Bei der Anordnung nach Fig. 2 werden die Teilchen, die senkrecht auf die Spulenfläche herausgeschleudert werden, nicht beeinflusst. Alle anderen Teilchen, die unter einem anderen Winkel herausgeschleudert werden, werden von  $\vec{F}$  in eine kreisförmige Bahn um die optische Achse des Systems (= Laserstrahl) gelenkt (s. auch Fig. 3).

Die beiden Anordnungen nach Fig. 1 und 2 zeigen

lediglich die Auswirkungen von zwei willkürlich gewählten Feldern.

3720249

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

37 20 249  
B 23 K 26/00  
19. Juni 1987  
29. Dezember 1988

